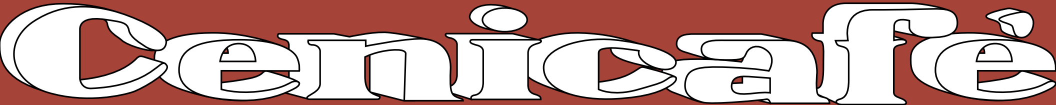
ISSN - 0120 - 0178





AVANCES TÉCNICOS



Gerencia Técnica / Programa de Investigación Científica / Febrero de 2007

PRODUCCIÓN DE ALMÁCIGOS DE CAFÉ EN EL DEPARTAMENTO DE SANTANDER CON DIFERENTES FUENTES DE MATERIA ORGÁNICA Y DE FÓSFORO

Wilson Elías Ávila-Reyes*; Siavosh Sadeghian-Khalajabadi**; Pedro María Sánchez-Arciniegas***; Hugo Eduardo Castro-Franco****

El cultivo del café y la producción avícola son dos renglones importantes en la economía del departamento de Santander. El área cultivada en café es de 43.278 hectáreas, distribuidas en 34.812 predios, ubicados en 70 de los 87 municipios que tiene el departamento (8, 15). A su vez, la industria avícola, reconocida como la más competitiva del país, está conformada por ocho millones de gallinas ponedoras, once millones de pollos de engorde y un millón y medio de gallinas reproductoras (12).

Estas dos actividades generan grandes volúmenes de materiales orgánicos, que al ser procesados por medio de sistemas como el compostaje o la lombricultura se convierten en una alternativa para la fertilización de diversos cultivos, entre ellos el café; así mismo, contribuyen a la disminución del problema sanitario que en ocasiones se genera por el inadecuado manejo de estos residuos.

* Ingeniero Agrónomo, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia - Tunja
** Investigador Científico II. Suelos. Centro Nacional de Investigaciones de Café, Cenicafé. Chinchiná, Caldas, Colombia.
*** Asistente de Investigación. Experimentación. Centro Nacional de Investigaciones de Café, Cenicafé. Chinchiná, Caldas, Colombia.
**** Docente, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia - Tunja

El compostaje es el proceso de descomposición aeróbica de residuos orgánicos bajo condiciones controladas. A través de éste puede transformarse un material orgánico fresco o parcialmente descompuesto, en un producto estable llamado compost, que se utiliza como abono sin que ocasione daños al cultivo.

En el proceso de compostaje se produce una 'esterilización parcial' del sustrato orgánico, tanto por el aumento y la disminución de la temperatura, como por la actividad de bacterias y actinomicetos, responsables de la producción de antibióticos que finalmente eliminan a los microorganismos patógenos y las fitotoxinas de los residuos (9). De acuerdo a lo anterior, el estiércol de lombriz no puede clasificarse como compost, debido a que en su proceso de producción no se alcanzan temperaturas mayores de 40°C, que distinguen la etapa termófila, indispensable para la esterilización parcial en el compost. Por esta razón, se ha propuesto nombrar a las heces de lombriz como 'lombrinaza', designación que se establece en la mayoría de los excrementos de origen animal en condiciones naturales, como por ejemplo, 'bovinaza', gallinaza y 'porquinaza', entre otros. Sin embargo, se puede realizar un compostaje de excretas de lombriz siempre y cuando el abono alcance la etapa termófila, a partir de la cual sí se denominaría compost de lombrinaza o 'lombricompuesto'.

Las investigaciones desarrolladas por Cenicafé en torno a los abonos orgánicos han demostrado que cuando se mezcla el suelo con pulpa de café descompuesta en una proporción uno a uno (1:1) o tres a uno (3:1) con lombrinaza de pulpa de café, estiércol de ganado, gallinaza y 'cenichaza', se obtienen los mejores resultados en los incrementos en el peso seco de las plantas (13).

En cuanto al uso de fertilizantes de síntesis química se refiere, Salazar (14) determinó la respuesta de la aplicación de nitrógeno, fósforo y potasio en almácigos de café de la variedad Caturra, sembrados en un suelo clasificado como Andisol y sin adición de materia orgánica. En esta investigación el nitrógeno tuvo un efecto negativo en el crecimiento y el peso seco de las plantas y el potasio no afectó las variables de respuesta, mientras que con la adición de fósforo se lograron incrementos significativos, los cuales aumentaron con las dosis aplicadas. Con base en lo anterior se recomienda la aplicación de dos gramos por bolsa de P_2O_5, a los 2 y a los 4 meses después de transplante.

Sin embargo, hace falta información acerca del efecto de la fertilización fosfórica en almácigos preparados con materia orgánica; por esta razón y dadas las condiciones de disponibilidad en el departamento de Santander de gallinaza, 'pollinaza' y pulpa de café, la presente investigación buscó evaluar el efecto de estas tres fuentes de materia orgánica en combinación con fósforo, sobre el peso seco de plantas de café durante la etapa de almácigo, en las condiciones de la zona cafetera de Santander.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se desarrolló entre julio de 2005 y mayo de 2006 en la Subestación Experimental Santander de Cenicafé, ubicada en el municipio de Floridablanca, Santander (Tabla 1).

Se utilizó suelo del Ecotopo Cafetero 305A, clasificado como Inceptisol, extraído de los primeros 25 cm de un cafetal

Tabla 1. Características geográficas y climáticas de la Subestación Experimental Santander.

Latitud	Longitud	Altitud (m)	Temp. (°C)	Precipitación (mm/año)	Brillo solar (horas/año)	HR (%)
7° 06 N	73°04 W	1.495	19,2	1.528	1.368	80,3

Temp.: Temperatura, HR: Humedad relativa

ubicado en el municipio de El Socorro (Santander). Las características químicas y clasificación de la textura se presentan en la Tabla 2.

Fuentes de materia orgánica. Como fuentes de materia orgánica (MO) se utilizaron gallinaza, pollinaza y lombrinaza de pulpa de café; las dos primeras se obtuvieron en la región en explotaciones de piso dedicadas a la producción de huevos y carne de pollo, respectivamente, y la última se obtuvo de los lombricultivos instalados en la Subestación Experimental Santander.

El compost de los materiales de origen avícola (gallinaza, pollinaza) se obtuvo en pilas bajo techo, las cuales se humedecieron y voltearon semanalmente. El proceso finalizó cuando la temperatura de los materiales fue similar a la del ambiente (90 días). La lombrinaza de pulpa de café se volteó semanalmente durante un mes, con el propósito de reducir su humedad y que terminara el proceso de descomposición; no obstante, cabe aclarar que la temperatura del sustrato no se incrementó. En la Tabla 3 se observan las propiedades químicas de las fuentes de materia orgánica empleadas.

Fuentes de fósforo. Se emplearon Fosfato diamónico–DAP (18% N y 46% P_2O_5) y Superfosfato triple–SFT (46% P_2O_5 y 19% CaO); fertilizantes similares en los contenidos de fósforo pero contrastantes en su composición y reacción química (acidificación).

Material vegetal. Se utilizaron chapolas de café de la variedad Colombia.

Tratamientos. Cada fuente de materia orgánica se mezcló con el suelo en las siguientes proporciones en volumen: 25:75, 50:50 y 75:25 (MO:Suelo). En cada proporción se aplicaron tres dosis de fósforo (1, 2 y 4 g de P_2O_5 por planta), de Fosfato diamónico-DAP y Superfosfato triple-SFT. Adicionalmente, se tuvo un testigo absoluto (TA) sin MO ni fósforo, un testigo sin MO para cada dosis y fuente de fósforo, y un testigo sin la aplicación de fósforo para cada relación de MO:Suelo (Tabla 4).

Una semana antes de transplantar las chapolas, se mezcló el suelo con las fuentes de MO y se llenaron las

Tabla 2. Características químicas y físicas del suelo empleado.

pH	MO	N	K	Ca	Mg	Na	Al	CIC	P	Fe	Mn	Zn	Cu	B	S	TEXTURA			
																Ar	L	A	Clase
	(%)		(cmol$_c$/kg)						(mg/kg)							(%)			
5,1	9,45	0,38	0,71	2,6	0,6	0,13	1,3	16	14	714	5	3	1	0,31	18,9	39	21	40	F.Ar.

Fuente: Multilab. Chinchiná, Caldas

Tabla 3. Composición química de las fuentes de Materia Orgánica (MO): compost de gallinaza (Gc), compost de pollinaza (Pc) y lombrinaza de pulpa de café (Lz).

Fuente MO	N	P	K	Ca	Mg	S	Cenizas	Humedad	pH	Fe	Mn	Zn	Cu	B	C	C/N
	(%)									(mg/kg)					(%)	
Gc	1,24	1,48	1,96	8,03	0,62	0,66	68,82	32,07	8,5	16.065	708	590	50	56	18,1	14,6
Pc	1,55	1,45	2,68	6,57	0,65	1,33	45,32	40,97	7,8	295	677	406	356	77	32,0	20,7
Lz	3,14	0,63	7,10	2,23	0,41	0,76	44,55	59,08	8,1	6.850	346	100	71	73	32,2	10,3

Fuente: Laboratorio Disciplina de suelos, Cenicafé. Chinchiná, Caldas

bolsas del almácigo. La aplicación del fósforo para los tratamientos con dosis de uno y dos gramos de P_2O_5 por planta, se realizó dos meses después del transplante; mientras que para la aplicación de la dosis de cuatro gramos se aplicaron dos gramos a los dos meses y los otros dos gramos a los cuatro meses después del transplante. Cada tratamiento contó con 15 repeticiones, y más tres unidades de reposición para el caso de la pérdida ocasional de las plantas. La unidad experimental estuvo conformada por una planta de café de la variedad Colombia, sembrada en una bolsa plástica de 17 x 23 cm. Se utilizó un diseño aleatorio.

A los seis meses se determinó el peso seco de las plantas, y se discriminó entre la parte aérea y las raíces. Antes de extraer la planta de los sustratos, se tomaron muestras para evaluar la acidez (pH y aluminio) y la humedad gravimétrica del suelo en las diferentes combinaciones del suelo con la MO.

Tabla 4. Tratamientos evaluados para cada fuente de materia orgánica y su combinación con fósforo.

Proporción en volumen (%) Materia Orgánica : Suelo	Fuente de fósforo	Dosis de fósforo (g de P_2O_5/planta)	Tratamiento (No.)
Suelo sin MO 0:100	Sin fósforo	0	1
	SFT	1	2
		2	3
		4	4
	DAP	1	5
		2	6
		4	7
25:75	Sin fósforo	0	8
	SFT	1	9
		2	10
		4	11
	DAP	1	12
		2	13
		4	14
50:50	Sin fósforo	0	15
	SFT	1	16
		2	17
		4	18
	DAP	1	19
		2	20
		4	21
75:25	Sin fósforo	0	22
	SFT	1	23
		2	24
		4	25
	DAP	1	26
		2	27
		4	28

DAP- Fosfato diamónico (18% N y 46% P_2O_5)
SFT - Superfosfato triple (46% P_2O_5 y 19% CaO).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Efecto de la adición de MO en la humedad gravimétrica. Al incrementar la proporción de MO también aumentó la retención de humedad (Figura 1); sin embargo, los incrementos fueron mayores en la lombrinaza, lo que está relacionado con la alta capacidad higroscópica de este material.

El drenaje interno del sustrato fue mayor en las fuentes de origen avícola, debido al alto contenido de cascarilla de arroz. Con respecto a la relación de cascarilla de arroz y estiércol de las fuentes de origen avícola, la pollinaza tiene mayor contenido de cascarilla, dado que los pollos de engorde tienen un ciclo de producción de 6 semanas, con

respecto a las 80 semanas que dura el ciclo de las gallinas ponedoras (5).

La alta retención de humedad y la lenta movilidad del agua en los tratamientos con la mayor proporción de lombrinaza ocasionaron que en los períodos lluviosos ocurriera encharcamiento permanente, lo que no permitió el normal crecimiento de las plantas.

Efecto de los tratamientos en la acidez – pH. Al incrementar la proporción de lombrinaza con respecto al suelo se logró aumentar el pH de la mezcla en forma proporcional (lineal); mientras que con las fuentes de origen avícola el mayor incremento se logró con la proporción del 25% de MO (Figura 2).

El efecto de la gallinaza y la pollinaza en el incremento del pH puede relacionarse con el contenido de cal de estos materiales, la cual se aplica frecuentemente en el proceso de desinfestación de las camas de los galpones. Es importante resaltar, que al emplear la pollinaza, los incrementos de pH fueron menores en comparación con la gallinaza, resultado que se atribuye al pH de los materiales orgánicos en condiciones naturales (Tabla 3).

En aquellos tratamientos donde el pH alcanzó niveles considerados alcalinos se observó deficiencia de elementos menores, especialmente de hierro; dicha sintomatología se conoce como 'clorosis calcárea'.

Las condiciones alcalinas proporcionadas por las fuentes de origen avícola pueden limitar el desarrollo de las plantas en aquellos suelos con valores del pH cercanos a la neutralidad, debido a que al adicionar dichos compuestos los incrementos del pH pueden estar por encima de los rangos considerados óptimos para café (pH = 5,0-5,5) (16).

Efecto de los fertilizantes DAP y SFT en las tres fuentes de MO. En la Figura 3 se presenta el efecto de la aplicación de las fuentes de fósforo en el pH del suelo para las tres fuentes de materia orgánica.

Al utilizar el SFT en las diferentes fuentes y proporciones de MO, las variaciones del pH fueron muy leves descriptivamente, excepto en el tratamiento sin MO y con la máxima dosis de P_2O_5, en el cual tuvo incrementos de 0,5 unidades (5,0 a 5,5) en el nivel de pH.

Cuando se empleó DAP, el pH mostró una tendencia a disminuir conforme aumentó la dosis del fertilizante. La acidez residual del DAP se asocia con su contenido de amonio (NH_4^+), catión que en el proceso de nitrificación (paso de NH_4^+ a NO_3^-) libera H^+ y disminuye el pH (10). La reducción de la acidez cuando se aplicó la máxima dosis de SFT sin la adición de MO se debió al

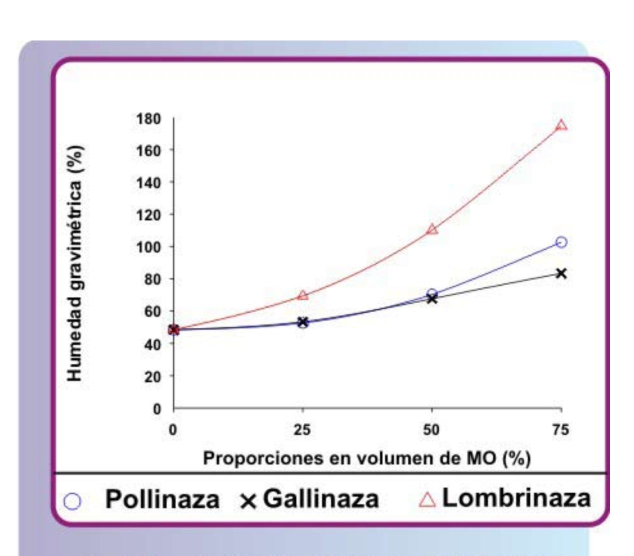


Figura 1. Efecto de la adición de las fuentes de MO en la humedad gravimétrica del sustrato del almácigo.

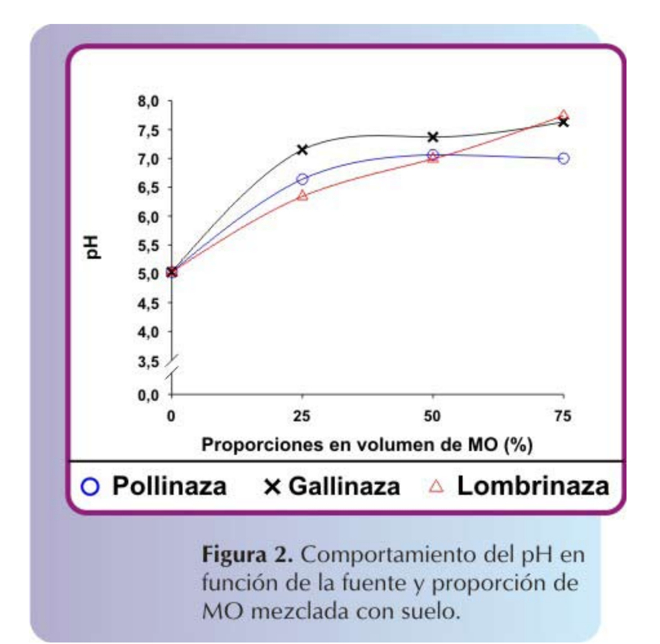


Figura 2. Comportamiento del pH en función de la fuente y proporción de MO mezclada con suelo.

consumo de las fuentes de acidez. Havlin *et al.* (11), manifiestan que la presencia de Ca, Mg, K y Na en el fertilizante puede o no, causar ligeros incrementos del pH. Así mismo Castro (4), afirma que el pH y el nivel de fertilidad del suelo se incrementan con el aumento de la saturación de bases intercambiables (Ca^{2+}, Mg^{2+}, K^{+} y Na^{+}).

Con relación a lo anterior, en los tratamientos con lombrinaza en proporción 25:75 y en los cuales el nivel de pH no se incrementó, las máximas aplicaciones de DAP ocasionaron una disminución del pH hasta valores similares a las condiciones naturales del suelo (5,0). Dicho efecto se reflejó en el incremento del peso seco de las plantas al emplear la lombrinaza.

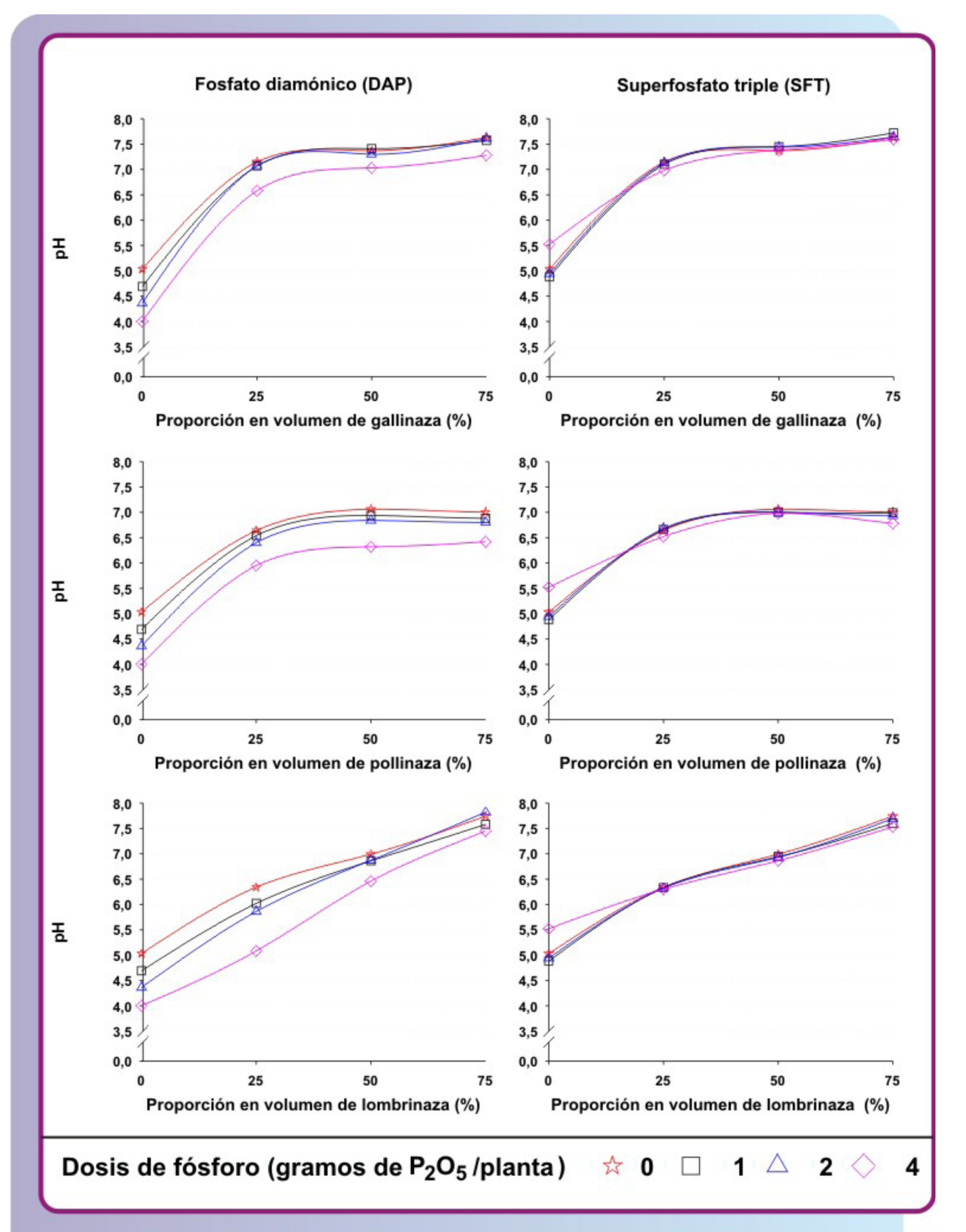


Figura 3. Efecto residual de los fertilizantes DAP y SFT en las tres fuentes de MO.

Efecto de los tratamientos en el peso seco de las plantas

Suelo sin adición de materia orgánica. No hubo efecto de la adición de fósforo en el peso seco de las plantas cuando se empleó como fuente SFT, pero al utilizar DAP se registró una reducción significativa en el promedio de los valores del peso seco de las raíces al incrementar la cantidad de P_2O_5, de 1 a 4 gramos (Figura 4).

Esta disminución del peso seco de las raíces, se relacionó con la acción acidificante generada por el DAP, con el cual ocurrieron descensos del pH hasta de una unidad (pH = 4,1), con su máxima dosis; adicionalmente, hubo incrementos en el contenido de aluminio intercambiable (1,9 $cmol_c$/kg), con valores de 3,2 $cmol_c$/kg. Según Espinosa (6), el exceso de Al^{3+} interfiere en la división celular en las raíces y atrofia el sistema radical.

De lo anterior puede concluirse que, para el suelo objeto de estudio, los niveles de fósforo (14 mg/kg) fueron suficientes para suplir los requerimientos de las plantas, dado que la aplicación de este elemento no afectó la variable peso seco. Según Valencia (16) los niveles de fósforo en el suelo adecuados para el cultivo del café, varían entre 6 y 14 mg/kg con un promedio óptimo de 10 mg/kg.

Gallinaza y pollinaza. No hubo efecto de la aplicación de fósforo cuando se utilizó gallinaza o pollinaza, pero estos abonos sí tuvieron efecto sobre el peso seco total de las plantas, con un incremento significativo en la proporción 25:75 de ambas fuentes en mezcla con el suelo, cuyos valores disminuyeron cuando se aumentaron las cantidades de MO (Figura 5).

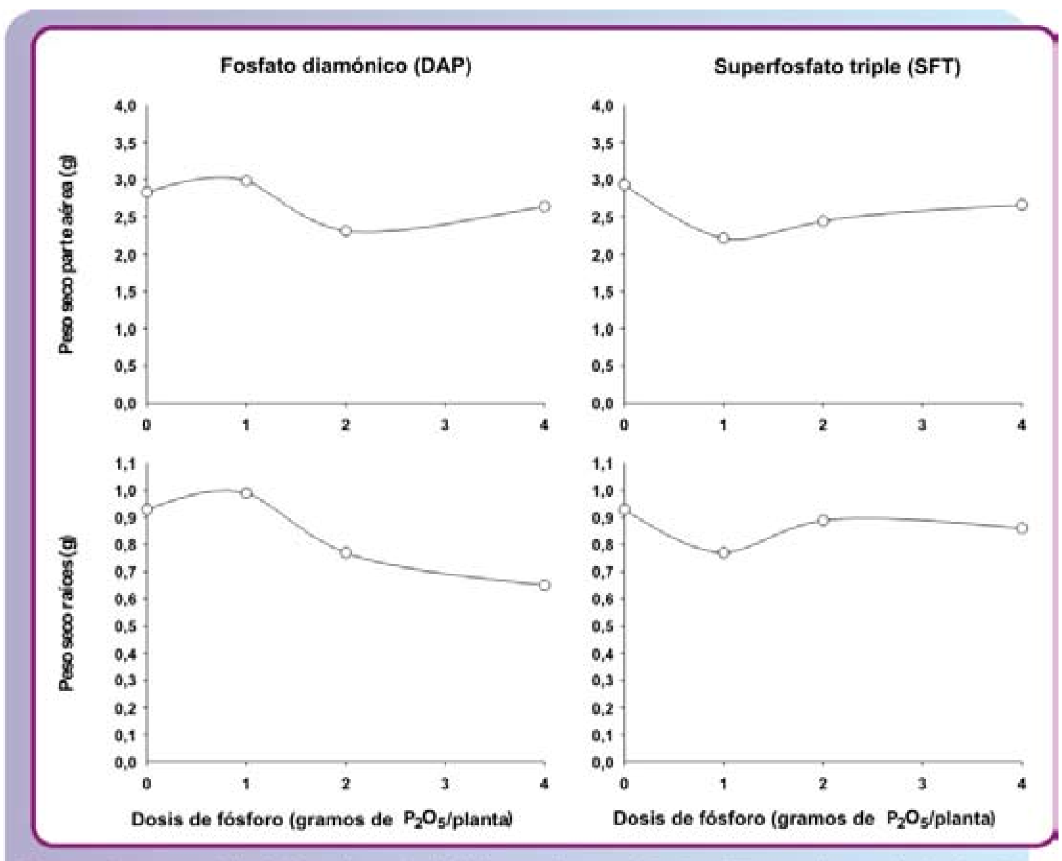


Figura 4. Respuesta del café a la aplicación de fósforo, en forma de DAP o SFT, en suelo sin adición de MO.

-1

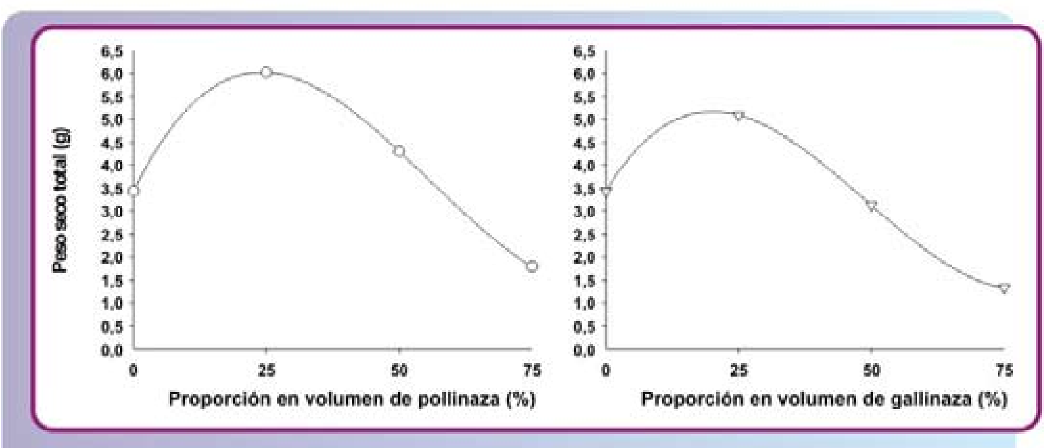


Figura 5. Respuesta del peso seco total de la planta en función de la proporción de abonos orgánicos de origen avícola en mezcla con el suelo.

Para la pollinaza, la proporción de 25% en mezcla con el suelo coincidió con el punto de inflexión de la curva o el 'máximo biológico', mientras que para la gallinaza este punto corresponde a una proporción de 1:4 de MO:Suelo, es decir, 20% de gallinaza. Con la pollinaza se obtuvo un mayor peso de la planta en comparación con la gallinaza, lo que estaría relacionado con el pH más elevado de este último abono.

En las Figuras 6 y 7 se observa el aspecto de las plantas de café desarrolladas en cada una de las proporciones de la mezcla de suelo con compost de gallinaza y pollinaza, respectivamente.

Lombrinaza de pulpa de café. Al utilizar lombrinaza en mezcla con el suelo y sin la aplicación de fertilizantes fosfóricos, se observó una disminución del peso seco de las plantas (Figura 8); lo cual puede relacionarse con la fitotoxicidad generada por la descomposición incompleta del material orgánico empleado. No obstante, esta toxicidad se mitigó cuando se aplicó DAP. El efecto benéfico de esta fuente permitió obtener, con la mínima proporción de lombrinaza mezclada con suelo y con la máxima dosis del fertilizante químico, valores promedio de peso seco total superiores a los alcanzados con el tratamiento de suelo sin adición de abono orgánico.



Figura 6. Aspecto de la plantas de café desarrolladas en diferentes proporciones de mezcla de suelo con gallinaza. Equivalencia de la relación en volumen MO: Suelo, en porcentaje: sólo suelo (0:100), 1:3 (25:75 MO:Suelo),1:1 (50:50 MO:Suelo), 3:1 (75:25 MO:Suelo).



Figura 7. Aspecto de la plantas de café desarrolladas en diferentes proporciones de mezcla de suelo con pollinaza. Equivalencia de la relación en volumen MO: Suelo, en porcentaje: sólo suelo (0:100), 1:3 (25:75 MO:Suelo),1:1 (50:50 MO:Suelo), 3:1 (75:25 MO:Suelo).

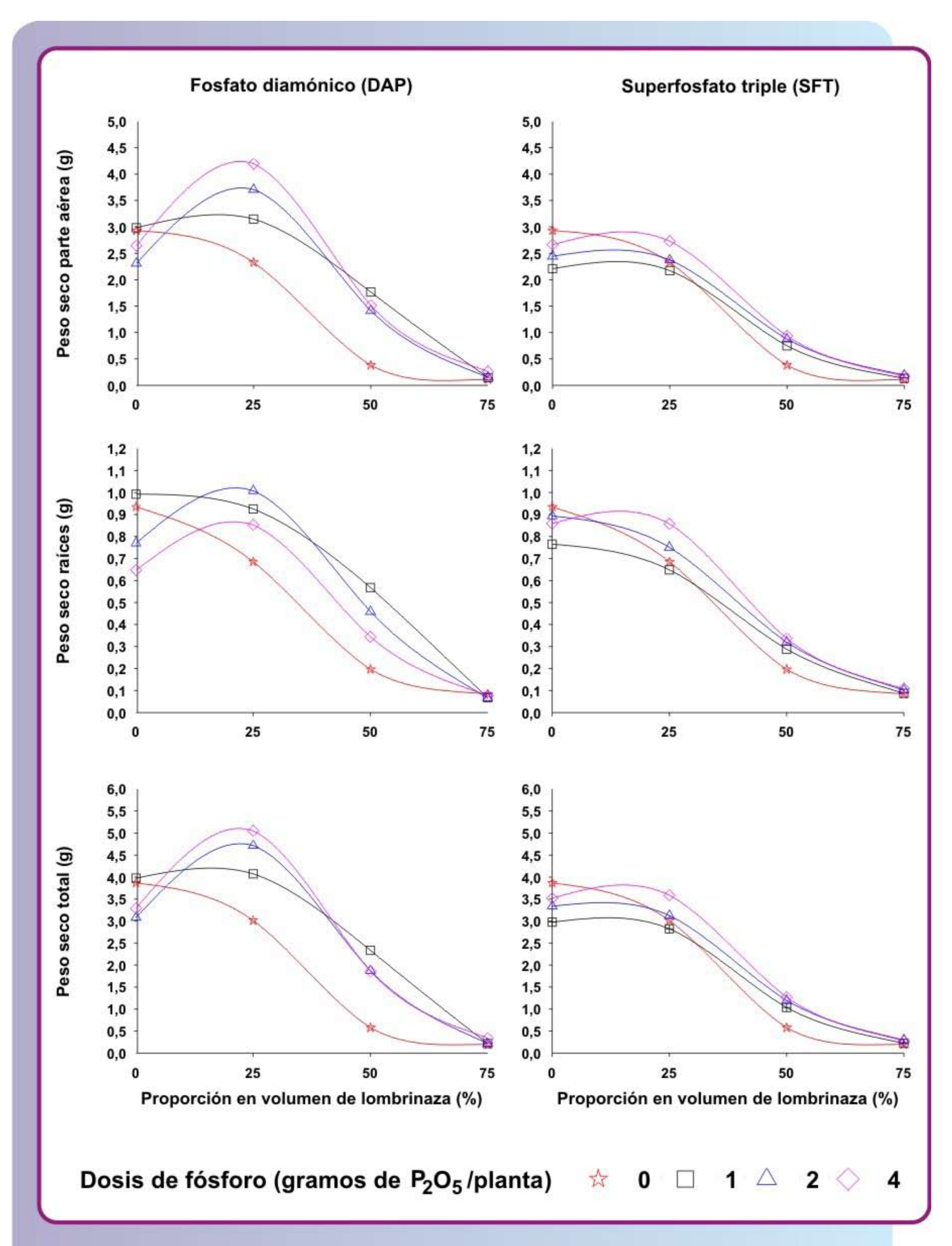


Figura 8. Efecto de la aplicación de las dosis de fósforo, con DAP o SFT, en cada proporción de lombrinaza: Suelo sobre el peso seco de las plantas.

Para el caso del SFT en la proporción 25:75, no se obtuvieron cambios en el peso de las plantas, lo cual permite concluir que la respuesta a la aplicación de DAP no fue por el fósforo sino por la acidez residual producida por esta última fuente, efecto que interrumpió la descomposición de la lombrinaza, al disminuir la acción y el desarrollo de las bacterias descomponedoras. Blandón (2), identificó que las bacterias gram negativas son los principales microorganismos que intervienen en el proceso de descomposición de la pulpa de café. Fassbender y Bornemisza (7), anotan que en suelos ácidos se limita la acción bacteriana y se favorece la reproducción de los hongos.



Figura 9. Efecto negativo de la lombrinaza parcialmente descompuesta sobre el desarrollo de las plantas de café. Equivalencia de la relación en volumen MO: Suelo en porcentaje: Sólo suelo (0:100), 1:3 (25:75 MO:Suelo),1:1 (50:50 MO:Suelo), 3:1 (75:25 MO:Suelo).

En la Figura 9 se observa el efecto negativo de la lombrinaza parcialmente descompuesta en el desarrollo de las plantas de café; así mismo, en la Figura 10 se observa el efecto combinado del fósforo aplicado en forma de DAP con el lombricompuesto, en mezcla con el suelo en proporción 1:3.



Figura 10. Efecto de la aplicación de fósforo, suministrado como DAP, y lombricompuesto en mezcla con el suelo en proporción 25:75 (relación 1:3).

Es posible que la pulpa de café trasformada por las lombrices y en compostaje durante un mes, no estuviera bien descompuesta, debido a que las plantas presentaron síntomas similares a los que Cadena (3) y Arias (1), asociaron a un estado incompleto de descomposición de la pulpa de café, transformada mediante el sistema de compostaje. En estas plantas se observaron puntos pequeños de color

anaranjado en las hojas. Cuando el número de estos puntos es muy alto se unen y forman lesiones irregulares de color naranja, llegan a formar manchas que con el tiempo causan necrosis del tejido y la caída de las hojas. Cuando los síntomas son más intensos en todo el follaje las plantas mueren (Figura 11).



Figura 11. Síntomas de toxicidad en plantas de café causada por una descomposición incompleta de la pulpa.

Se concluye que:

- El compost de gallinaza y pollinaza puede utilizarse como fuente de abono orgánico para el crecimiento y el desarrollo de plantas de café en la etapa de almácigo.

- Con la mezcla del 20% de gallinaza más 80% de suelo ó 25% de pollinaza o lombrinaza por 75% de suelo, se obtienen los mayores incrementos en el peso seco de las plantas de café en la etapa de almácigo.

- El efecto benéfico de los abonos orgánicos está sujeto a su adecuada descomposición. Éstos deben ser inoloros, químicamente estables y deben poseer características físicas, por ejemplo humedad, que permitan mezclarlo con el suelo. Utilizar compuestos orgánicos en estados incompletos de descomposición causa efectos nocivos para el crecimiento de las plantas.

- En caso de que las plantas presenten los síntomas de toxicidad descritos anteriormente, por una descomposición incompleta de la pulpa transformada por la lombriz roja californiana, se recomienda aplicar 4 gramos de Fosfato diamónico-DAP por bolsa; dos gramos a los dos meses y los otros dos gramos a los cuatro meses después del transplante.

- Cuando se emplean suelos con altos niveles de fósforo (más de 14 mg/kg) para el establecimiento de plantas de café en etapa de almácigo, la aplicación de este nutrimento puede ser una práctica innecesaria.

- La aplicación de DAP en dosis superiores a 4 gramos por planta en suelos de pH ácido, puede causar efectos negativos en el crecimiento de las raíces, por el efecto residual ácido de este fertilizante. En este caso se puede emplear como fuente el fertilizante Superfosfato triple.

LITERATURA CITADA

1. ARIAS H., J.J. Caracterización de la pulpa de café en diferentes tiempos de descomposición y su efecto en almácigos de café. Manizales, Universidad de Caldas. Facultad de Agronomía, 1995. 99 p. (Tesis: Ingeniero Agrónomo).

2. BLANDÓN C., G. Caracterización microbiológica cualitativa de la flora presente en el lombricompuesto. Chinchiná, Cenicafé, 1996. 142 p.

3. CADENA G., G. Diagnóstico sobre la pulpa de café. In: CENTRO NACIONAL DE INVESTIGACIONES DE CAFÉ – Cenicafé. CHINCHINÁ. COLOMBIA. Informe anual Sección Fitopatología. Julio 1979- Junio 1980. Chinchiná, Cenicafé, 1980. p. 63- 67 (Mecanografiado).

4. CASTRO F., H.E. Fundamentos para el conocimiento y manejo de suelos agrícolas; manual técnico. Bogotá, Produmedios, 1998. 362 p.

5. CORPORACIÓN AUTÓNOMA PARA LA DEFENSA DE LA MESETA DE BUCARAMANGA - CDMB. BUCARAMANGA. COLOMBIA. Alternativas viables para la sanitización y compostación de gallinaza y pollinaza; Evaluación técnica y económica. Bucaramanga, CDMB, 2005. 87 p.

6. ESPINOSA, J.; MOLINA E. Acidez y encalado de los suelos. Quito, Instituto de la Potasa y el Fósforo - INPOFOS, 1999. 42 p.

7. FASSBENDER, H.W.; BORNEMISZA, E. Química de suelos con énfasis en suelos de América Latina. 2. ed. San José, IICA, 1987. 420 p.

8. FEDERACIÓN NACIONAL DE CAFETEROS DE COLOMBIA - FNC. BOGOTÁ. COLOMBIA ; COMITÉ DEPARTAMENTAL DE CAFETEROS DE SANTANDER. BUCARAMANGA. COLOMBIA. Plan de tecnificación de la caficultura y conservación del medio ambiente y seguridad alimentaria en Santander. Bucaramanga, Comitecafé Santander, 2004. 13 p.

9. GRUPO INTERDISCIPLINARIO DE ESTUDIOS MOLECULARES – GIEM. MEDELLÍN. COLOMBIA. Manejo y evaluación de la porquinaza mediante procesos de compostación. Medellín, GIEM - Universidad de Antioquia. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, 2003. 40 p. (Cartilla Técnica).

10. GUERRERO R., R. Fundamentos técnicos para la fertilización de cultivos. In: SILVA, M.F. Fertilidad de suelos; diagnóstico y control. 2. ed. Bogotá, Sociedad Colombiana de la Ciencia del Suelo, 2001. p. 247-281.

11. HAVLIN, J.L.; BEATON, J.D.; TISDALE, S.L.; NELSON. Soil fertility and fertilizers; an introduction to nutrient management. 6. ed. Upper Saddle River, Prentice Hall, 1999. 499 p.

12. INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO - ICA. BUCARAMANGA. COLOMBIA. Censo avícola en el departamento de Santander 2004. Bucaramanga, ICA, 2004. 3 p.

13. SALAZAR A., J.N. Fertilización en almácigos de café. In: SIMPOSIO sobre Suelos de la Zona Cafetera Colombiana. Chinchiná, Julio 24-28, 2000. Chinchiná, Cenicafé, 2000. 11 p.

14. SALAZAR A., J.N. Respuesta de las plántulas de café a la fertilización con nitrógeno, fósforo y potasio. Cenicafé 28 (2) : 61-66. 1977.

15. SALDÍAS B., C.A. Sistema de información cafetera - SICA; Herramienta de planeación y consulta. Chinchiná, Cenicafé, 2006. (Seminario, Agosto 11, 2006). (Presentación Power Point).

16. VALENCIA A., G. Fisiología, nutrición y fertilización del cafeto. Chinchiná, Cenicafé-Agroinsumos del Café, 1999. 94 p.



Centro Nacional de Investigaciones de Café
"Pedro Uribe Mejía"

Chinchiná, Caldas, Colombia
Tel. (6) 8506550 Fax. (6) 8504723
A.A. 2427 Manizales
www.cenicafe.org
cenicafe@cafedecolombia.com

Edición: Sandra Milena Marín L.
Fotografía: Wilson Elías Ávila Reyes
Gonzalo Hoyos S.
Diagramación: María del Rosario Rodríguez L.
Impresión: Feriva S.A.